

## DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA TESTES ERGOMÉTRICOS EM PESSOAS COM DEFICIÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES

Moisés de Matos Torres, CEFET-MG, [moisesmatos@div.cefetmg.br](mailto:moisesmatos@div.cefetmg.br)

Sônia A. G. Oliveira, UFU, [sgoulart@mecanica.ufu.br](mailto:sgoulart@mecanica.ufu.br)

Cleudmar Amaral de Araujo, UFU, [cleudmar@mecanica.ufu.br](mailto:cleudmar@mecanica.ufu.br)

**Resumo.** A grande reinserção na vida social de pessoas com deficiência, mesclada a novos tratamentos médicos, medicamentos e a prática de esportes, esta última incontestável, proporcionaram um aumento na expectativa de vida destas pessoas. No entanto, notou-se um aumento do risco de doenças arteriais coronarianas, hipertensão e doenças respiratórias. A avaliação cardiovascular é o principal meio para diagnosticar doenças relacionadas ao coração, conseqüentemente, a realização de forma pertinente de tal exame é fundamental para uma boa avaliação cardíaca. O teste ergométrico, por exemplo, avalia parâmetros cardiovasculares durante aplicação de exercício físico com utilização de ergômetros. Para a realização do teste são utilizados protocolos que determinam quais os parâmetros devem ser alterados durante o teste, e em quais proporções. No entanto, o teste ergométrico realizado em pessoas com deficiência, utiliza adaptações em protocolos e ergômetros desenvolvidos para pessoas sem deficiência. Sendo assim, fundamentado em um ergômetro específico para pessoas com deficiência, foi proposto o desenvolvimento de uma metodologia própria para estas pessoas. Além do novo protocolo, também será criado um aplicativo para a geração dos protocolos personalizados. Em suma, poucos estudos avaliaram a praticidade e confiabilidade de diferentes métodos de teste de exercício nesta população. Evidentemente, mais estudos são necessários para determinar uma metodologia segura e eficaz a ser usado em ergômetros desenvolvidos especificamente para portadores de necessidades especiais.

**Palavras chave:** Pessoas com Deficiência, Protocolo, Teste Ergométrico

### 1. INTRODUÇÃO

Pessoas portadoras de necessidade especiais, no Brasil e em outros países atualmente, estão cada vez mais dentro de uma realidade, que era exercida apenas por pessoas sem deficiência, ou seja, houve uma reinserção na vida social muito grande por parte dos portadores de deficiência.

A prática de esportes é uma parte incontestável deste avanço. Conseqüentemente, a necessidade da realização de exames para avaliação da capacidade e ou potencial do atleta para exercer uma atividade física é primordial. Sendo assim, a avaliação cardiovascular é uma das medidas principais a serem tomadas.

A avaliação cardiovascular é o principal meio para diagnosticar doenças relacionadas ao coração. A realização destes procedimentos possibilita evitar que pessoas de alto risco venham apresentar algum problema decorrente, por exemplo, de algum esforço físico excessivo. Evidentemente a realização de forma pertinente de tal exame é fundamental para uma boa avaliação cardíaca.

Atualmente existem vários métodos de avaliação cardíaca. Tais métodos podem ser classificados como invasivos ou não invasivos. O teste ergométrico avalia parâmetros cardiovasculares durante aplicação de exercício físico com utilização de ergômetros. É considerado um dos principais métodos de avaliação e diagnóstico da função cardíaca, principalmente por se tratar de um procedimento relativamente simples, seguro, bastante confiável e de baixo custo (Hespanha, 2004). A avaliação cardíaca que utiliza ergômetro é classificada como um teste não invasivo de esforço.

Segundo Jama, (1981) as indicações para a realização de um teste ergométrico em pacientes com suspeita ou com doença cardíaca conhecida envolvem, basicamente, a determinação do diagnóstico e prognóstico, além de avaliar o estado funcional do sistema cardiovascular e procedimentos terapêuticos clínicos e/ou cirúrgicos.

O teste ergométrico pode ser executado em diferentes tipos de ergômetros, sendo assim, são utilizados protocolos que determinam quais os parâmetros devem ser alterados, e em quais proporções. A escolha do protocolo de exame pode influenciar no resultado do teste ergométrico, e interferir na interrupção do exame e na quantidade de trabalho realizado, e alterar, assim, os parâmetros avaliados.

Existem ergômetros como, ergômetros de esteira, ergômetros elípticos, ergômetros de remo, ergômetro de escada ou banco, dentre outros, e para cada ergômetro citado um protocolo pertinente deve ser usado para a avaliação cardíaca.

A grande maioria dos testes ergométricos realizados por pessoas com deficiência, muitas vezes atletas paraolímpicos, são feitos atualmente, em adaptações de ergômetros para membros inferiores. Cicloergômetros, por exemplos, são ajustados para a realização de teste ergométrico de membros superiores, como mostra a Fig. (1).

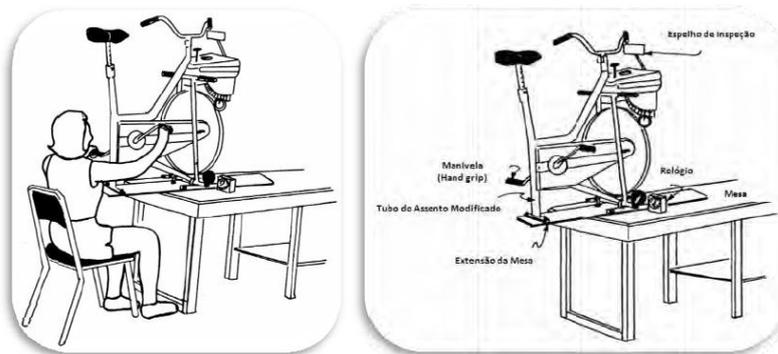


Figura 1. Modelo de adaptação de uma bicicleta ergométrica em ergômetro de braço proposto (Novais, 2009).

Um protocolo específico para este tipo de adaptação também deve ser usado, todavia ele não existe, sendo assim, a II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico (2002), recomenda que para estas situações devem-se utilizar os mesmos protocolos de cicloergômetros para realização dos exercícios com as pernas, no entanto os incrementos de cargas serão reduzidos à metade.

Alguns ergômetros têm sido desenvolvidos especificamente para atender pessoas/atletas portadores de necessidades especiais. Estes ergômetros remetem a uma realidade mais próxima da que é vivida por estas pessoas. O ergômetro para cadeirantes, Fig. (2), desenvolvido por Novais (2009), junto ao Laboratório de Projetos Mecânicos – FEMEC – UFU é um deles. Sendo assim, uma metodologia também deve ser desenvolvida para a sua utilização.



Figura 2. Ergômetro específico (Novais, 2009).

## 2. JUSTIFICATIVA

Conhecer a fisiologia do exercício é primordial para a geração de estratégias para criar a atividade física ideal entre os indivíduos com paralisia de membros inferiores devido a lesão medular. É preciso considerar déficits específicos como, cardiovascular, respiratório e neuromuscular. Segundo Apple (1996) as respostas fisiológicas para se criar o exercício a ser realizado por pessoas com lesão medular, pode ser bastante diferente dos exercícios para braço ou perna em indivíduos sem deficiência, e sendo assim, as atividades devem ser projetadas para refletir essas diferenças.

Além da reinserção na vida social muito grande por parte dos portadores de deficiência, segundo Hartung *et. al* (1992) a combinação de novos tratamentos médicos e medicamentos aumentaram a vida útil dos pacientes após a lesão da medula espinhal e outras condições incapacitantes crônicas, que resultam na perda do uso das pernas. Este aumento da longevidade contribuiu para que tais pessoas aumentassem o risco a doenças arteriais coronarianas, hipertensão e doenças respiratórias. Todavia, além do envelhecimento, este aumento pode ser resultado de fatores como obesidade, inatividade física e práticas alimentares pobres. Conseqüentemente, o teste de esforço nesta população está se tornando mais comum, entretanto há uma necessidade de avaliação de protocolos, a fim de determinar o melhor método para obter respostas fisiológicas máximas em um período de tempo razoável.

Conforme já mencionado anteriormente, há uma extensa literatura sobre os métodos de teste aeróbico ou aptidão cardiovascular em pessoas não portadoras de necessidades especiais. Os méritos de diferentes modalidades de exercício, e os protocolos específicos foram testados e comparados em muitas populações (homens, mulheres, pacientes, atletas, etc.). No entanto, há pouca pesquisa publicada em testes de aptidão em pessoas com deficiência dos membros inferiores.

Atualmente vários estudos comparam a resposta cardiovascular para pessoas normais em diferentes ergômetros para diferentes protocolos. Porém as avaliações que utilizaram membros superiores apresentaram um índice de reprovação do teste ergométrico muito alto. Para que um teste ergométrico tenha validade, o protocolo utilizado especifica uma frequência cardíaca máxima que deve ser atingido durante o teste, no entanto, os testes utilizando membros superiores mostraram que ocorre uma fadiga muscular antes do estresse cardiovascular necessário (Parreiras, 2010).

### 3. METODOLOGIA

Com o objetivo de desenvolver uma metodologia pertinente para a realização do teste ergométrico em pessoas com deficiência, em um primeiro instante foi feito um levantamento bibliográfico a respeito da metodologia utilizada para os testes ergométricos em portadores de necessidades especiais.

De tal forma que, o ponto de partida do trabalho será baseado na literatura existente a respeito de testes ergométricos em portadores de deficiência dos membros inferiores, e nas comparações feitas a respeito dos protocolos e ergômetros utilizados atualmente.

Efetivamente, isso permitirá conhecer mais a respeito dos equipamentos utilizados e protocolos aplicados durante os testes.

A segunda etapa consistirá em selecionar dentre os protocolos utilizados atualmente quais os protocolos remetem a uma maior proximidade da realidade imposta aos portadores de necessidades especiais, principalmente os cadeirantes, para a realização do teste de esforço. Da mesma forma, propor uma nova metodologia ou uma metodologia alternativa baseadas nos protocolos escolhidos, ou seja, a partir dos protocolos existentes gerar uma adaptação.

Estudos iniciais mostraram que não somente a exaustão muscular, mas outros parâmetros, além da idade e condicionamento físico, têm grande importância para o levantamento de uma nova metodologia.

Efetivamente, este trabalho terá o apoio de profissionais da área da saúde, principalmente da especialidade médica que se ocupa do diagnóstico e tratamento das doenças que acometem o coração bem como os outros componentes do sistema circulatório.

Além disso, várias visitas serão feitas neste período para uma melhor aproximação da didática utilizado durante a realização dos testes de esforço.

Dados os levantamentos e estudos dos parâmetros que influenciam no teste em pessoas com deficiência será desenvolvido de um aplicativo dedicado em ambiente Matlab, com a visão de gerar os protocolos de testes, como mostra a Fig. (3).

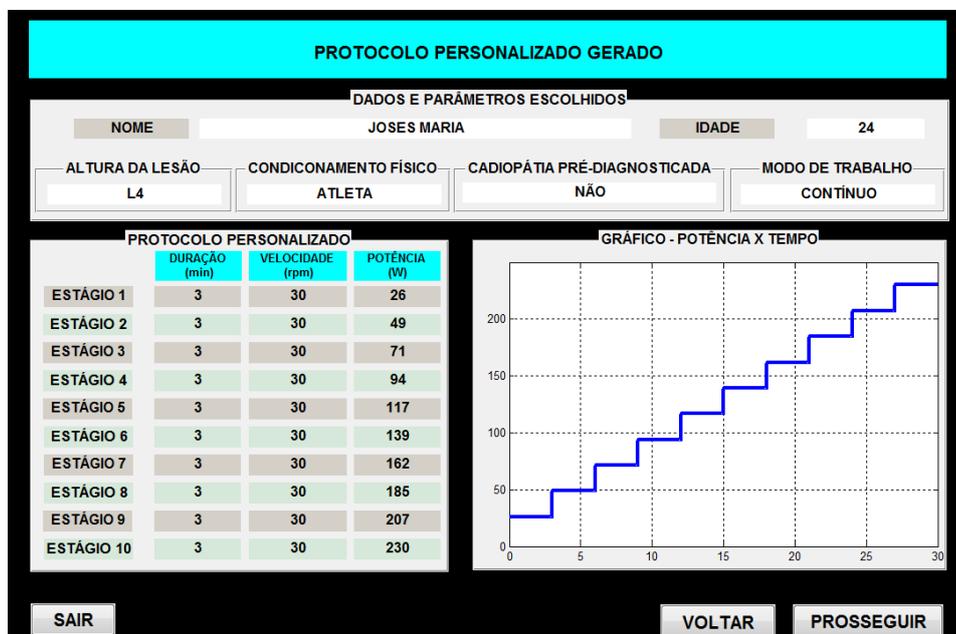


Figura 3. Protocolo personalizado gerado.

O aparato experimental consiste em ergômetro especial para cadeirantes, como na Fig. (2), juntamente com um sistema de aquisição da frequência cardíaca. O sinal será monitorado com um dispositivo de monitoramento PM7000.

Serão realizados os testes de avaliação em um grupo de pessoas pontuais pertencentes aos laboratórios. Os testes serão realizados por profissionais das áreas de engenharia, médica e da educação física apenas para avaliação preliminar.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exercício emergiu como um fator importante na redução do risco de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas em pessoas sem deficiência, mas há uma necessidade de uma avaliação de seus benefícios na manutenção da saúde das pessoas com deficiência. O esporte para cadeirantes e o treinamento físico têm se mostrado eficiente para aumentar a capacidade aeróbia de pessoas com deficiência (Hoffman, 1986), mas poucos estudos avaliaram a praticidade e confiabilidade de diferentes métodos de teste de exercício nesta população. Consequentemente, mais estudos são necessários para determinar uma metodologia segura e eficaz a se usado em ergômetros desenvolvidos especificamente para portadores de necessidades especiais, sendo assim, espera-se um grande avanço com este trabalho para alcançar tal objetivo.

## 6. REFERÊNCIAS

- Apple, D. F.; Physical Fitness - A Guide for Individuals with Spinal Cord Injury; Departement of Veterans Affairs; Shepherd Center Paralympics Chief Medical Officer, Atlanta, 1996.
- Ellestad, M. H.; Stress Testing: Principles and Practice, Fifth Edition; Oxford University Press; 2003.
- Hartung, G. H., Lally, D. A., Blancq, R. J.; Comparison of treadmill exercise testing protocols for wheelchair users; Pacific Basin Rehabilitation Research and Training Center, and Department of Physiology, University of Hawaii at Manoa, USA, 1992.
- Hespanha, R.; Ergometria: bases fisiológicas e metodologia para a prescrição do exercício. 1 ed. Rio de Janeiro; 2004.
- Hoffman, M. D. ; Cardiorespiratory fitness and training in quadriplegics and paraplegics. Revista Sports Medicine, v. 3, n.5: p. 312-330; set. 1986. Disponível em: < <http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-198603050-00002>> Acesso em: 19 Mar. 2014.
- Jama; Indications and contraindications for exercise testing; Council on Scientific Affairs; 1981.
- Parreiras, L. P.; Princípios do teste ergométrico: uma revisão; Revista Digital Efdeportes, Buenos Aires, n. 143, abril 2010. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd143/principios-do-teste-ergometrico.htm>> Acesso em: 19 Mar. 2014.
- Novais, D. V. Projeto e construção de um ergômetro para cadeirantes. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.
- Sociedade brasileira de cardiologia; II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. São Paulo, 2002. p10. Disponível em: <<http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2002/7805/default.asp>>. Acesso em: 19 Mar. 2014.

## 7. AGRADECIMENTOS

Aos órgãos de fomento (FAPEMIG, CNPq e CAPES), a Pós – Graduação em Engenharia Mecânica da UFU, à FEMEC e ao CEFET-MG.

## 8. ABSTRACT

The big reintegration in society of people with disabilities , together with new medical treatments, drugs and sports, this indisputable last, provided an increase in the life expectancy of these people. However, it was noted an increased risk of coronary artery disease, hypertension and respiratory diseases. The cardiovascular evaluation is the primary means to diagnose diseases related to the heart, therefore, conducting such an examination in a relevant form is essential for good cardiac evaluation. The ergometric test, for example, evaluates parameters during exercise application with use of ergometers. For those tests, protocols are used to determine which parameters should be changed during the test, and in what proportions. However, the exercise test performed on people with disabilities uses adjustments in protocols and ergometers developed for people without disabilities. Thus, based on a specific ergometer for people with disabilities, it was proposed the development of a methodology for these people. In the new protocol, it was also created an application for the generation of custom protocols. In short, few studies have evaluated the practicality and reliability of different exercise test methods in this population. Clearly, more studies are needed to determine a safe and effective methodology to be used in ergometers specifically designed for people with special needs.

## 7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.